

# 实验 1

## 直流电压、电流和电阻的测量

(书 P221 ~ 224)

### 一、实验目的:

- 1.掌握直流电源、测量仪表以及数字万用表的使用方法;
- 2.掌握测量直流电压、电流和电阻的直接测量方法;
- 3.了解测量仪表量程、分辨率、**准确度**对测量结果的影响。
- 4.学习如何**正确表示测量结果**。

## 二、实验原理：

- 1.电路基本元器件及仪表的一般知识。 第2章
- 2.电路基本测量方法。 第3章
- 3.数字万用表测量误差的计算方法。 第4章

### 三、测量误差的基本知识：

需要掌握的几个术语：

#### 1. 真值

被测量值本身所具有的真实大小。

#### 2. 约定真值

足够接近被测量真值的量。

#### 3. 实际值

满足规定准确度、用来替代真值使用的量值。

## 4.测量值

从计量器具直接得出或经过必要计算而得出的量值。

## 5.标称值

用以标志或识别元件、器件或设备的适当近似值。  
标称值是根据国家制定的标准系列标注的，不是生产者任意标定的。

## 6.示值

指示仪表标度尺上的读数乘以仪表常数。

## 7.测量误差

测量结果与被测量真值之间的差别

# 误差的表示方法：

## 1. 绝对误差 $\Delta$

测量示值-被测量实际值

## 2. 相对误差 $\delta$

测量的绝对误差/被测量指定值的比值（用百分数表示）

根据被测量指定值的不同，又分为真值相对误差、实际值相对误差和测量示值相对误差。

## 3. 引用相对误差

绝对误差/仪表量程的比值（用百分数表示）

## 4. 仪表的准确度（最大引用误差）

在正常的使用条件下, 仪表测量结果的准确程度（测量的结果相对于被测量真值的偏离程度）叫仪表的准确度。仪表准确度习惯上称为精度。

## 5. 测量不确定度

表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。定义中的“相联系”，意指测量不确定度是一个与测量结果“在一起”的参数，在测量结果的完整表示中应包括测量不确定度。

# 直流电压表



➤ 测量精度为0.5级。

**举例：**用20V档 测量读数：5.36

$$\Delta_m = \pm 20 \times 0.5\% = \pm 0.10$$

**测量结果：**  $5.36 \pm 0.10$

# 十进制电阻箱



➤ 电阻精度为 0.2 级。

举例：412  $\Omega$

$$\Delta = \pm 412 \times 0.2\% = \pm 0.824$$

$$412 \pm 0.824 = 412 \pm 1 \Omega$$



# 直流电压测量

量程	分辨率	准确度
2V	1mV	$\pm(0.5\% \text{ 读数} + 1 \text{ 字})$



# 直流电压测量

量程	分辨率	准确度
2V	1mV	$\pm(0.5\% \text{ 读数} + 1 \text{ 字})$

**例：**直流电压2V档：读数：1.791V

$$1.791 \pm (1.791 \times 0.5\% + 0.001)$$

$$= 1.791 \pm (0.008955 + 0.001)$$

$$= 1.791 \pm 0.010 \text{ V}$$

**示值相对误差**

$$\delta = \frac{\Delta}{x} = \frac{0.010}{1.791} \times 100\% = 0.56\%$$

# 电阻测量

量程	分辨率	准确度
2K $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(0.8\% \text{ 读数} + 1 \text{ 字})$

**509  $\Omega$**

$$\Delta = \pm(509 \times 0.8\% + 1) = \pm 5.07$$

$$509 \pm 5.07 = 509 \pm 5$$

## 四、有效数字和数据处理方法：

有效数字

可靠数字+可疑数字（最后一位）。

舍入原则      四舍、六入、五配偶

$$5.16 \pm 0.0258 = 5.16 \pm 0.02$$

$$3.00 \pm 0.015 = 3.00 \pm 0.02$$

## 五、实验任务：

- 1.仔细阅读实验室各仪器仪表的使用手册，熟悉各仪器仪表的技术指标；
- 2.用数字万用表测量电阻；
- 3.用数字万用表和数字直流电压分别测量直流电压；
- 4.用直流电流表测量直流电流。

# 实验任务

1.1 仔细阅读实验室各仪器仪表的使用手册，熟悉各仪器仪表的技术指标；

参考相关使用说明书

表7-1-1 **MY61** 型万用表技术指标

测量类别	量程	输入阻抗	分辨率	准确度
直流电流	<b>2 mA</b>	<b>100 <math>\Omega</math></b>	<b>1 <math>\mu</math>A</b>	<b><math>\pm(0.8\% \text{读数} + 1 \text{字})</math></b>
直流电压				
交流电流				
交流电压				
电阻		/		

# 实验任务

1.2 仔细阅读实验室各仪器仪表的使用手册，熟悉各仪器仪表的技术指标；

参考附录A (P394-397)

表7-1-2 直流电源技术性能

	输出电压范围	输出电流范围
直流稳压源		
直流稳流源		

# 实验任务

1.3 仔细阅读实验室各仪器仪表的使用手册，熟悉各仪器仪表的技术指标；

参考附录A (P356-359)

表7-1-3 数字直流仪表技术指标

	输入阻抗	量程范围	测量精度
直流电压表			
直流电流表			
直流微安表	/	/	/



# 实验任务

## 2.1 用数字万用表测量电阻；

表7-1-4 用数字万用表测量精密可调电阻

精密可调电阻 指示值/ $\Omega$	2	10	50	200	1000	9999
测量值/ $\Omega$						
量程/ $\Omega$						
测量不确定度/ $\Omega$						
测量结果/ $\Omega$						

# 十进制电阻箱



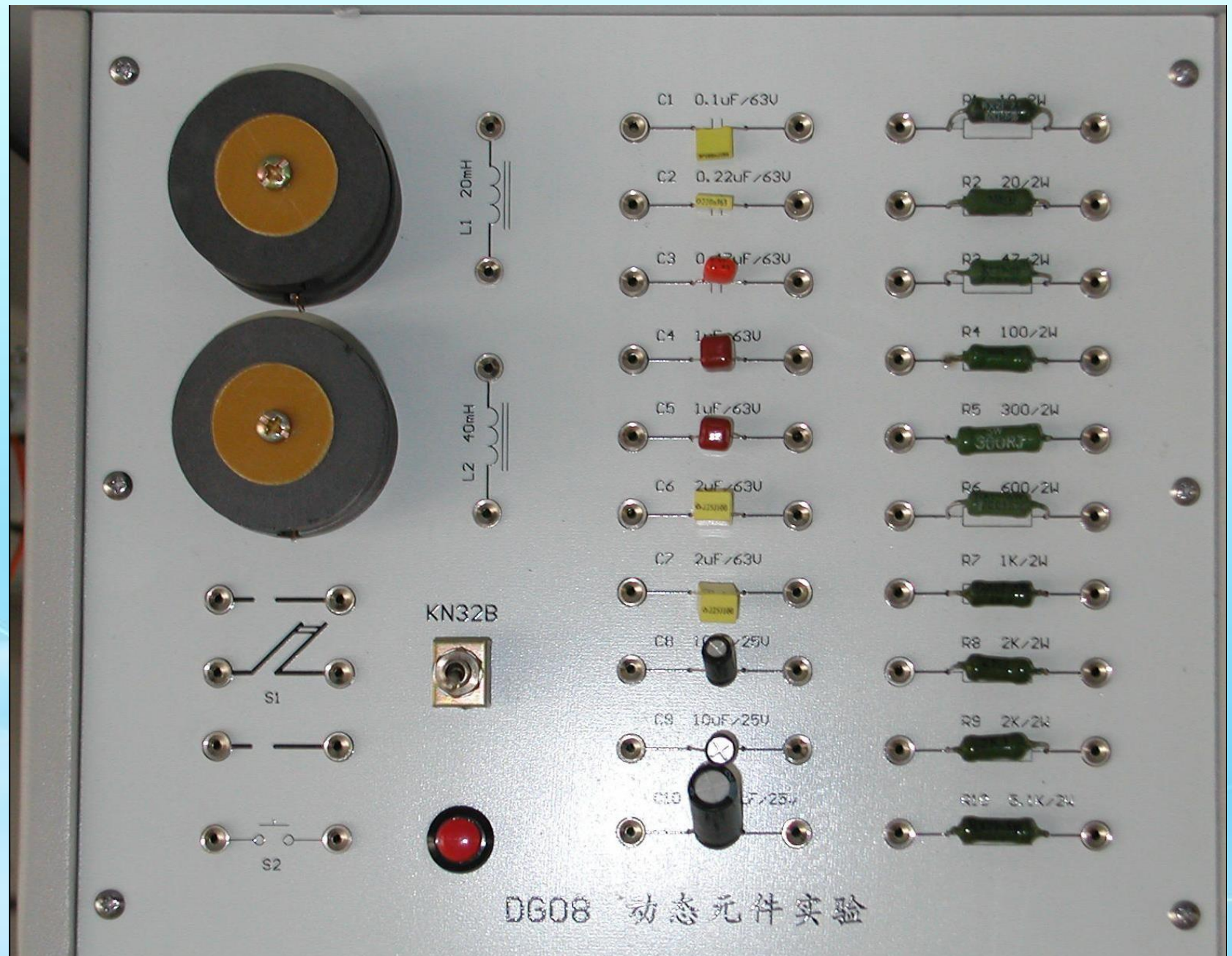
# 实验任务

## 2.2 用数字万用表测量电阻；

表7-1-5 用数字万用表测量实验板上的电阻

实验板上的电阻 标称值/ $\Omega$					
测量值/ $\Omega$					
量程/ $\Omega$					
测量不确定度/ $\Omega$					
测量结果/ $\Omega$					

# 206房间



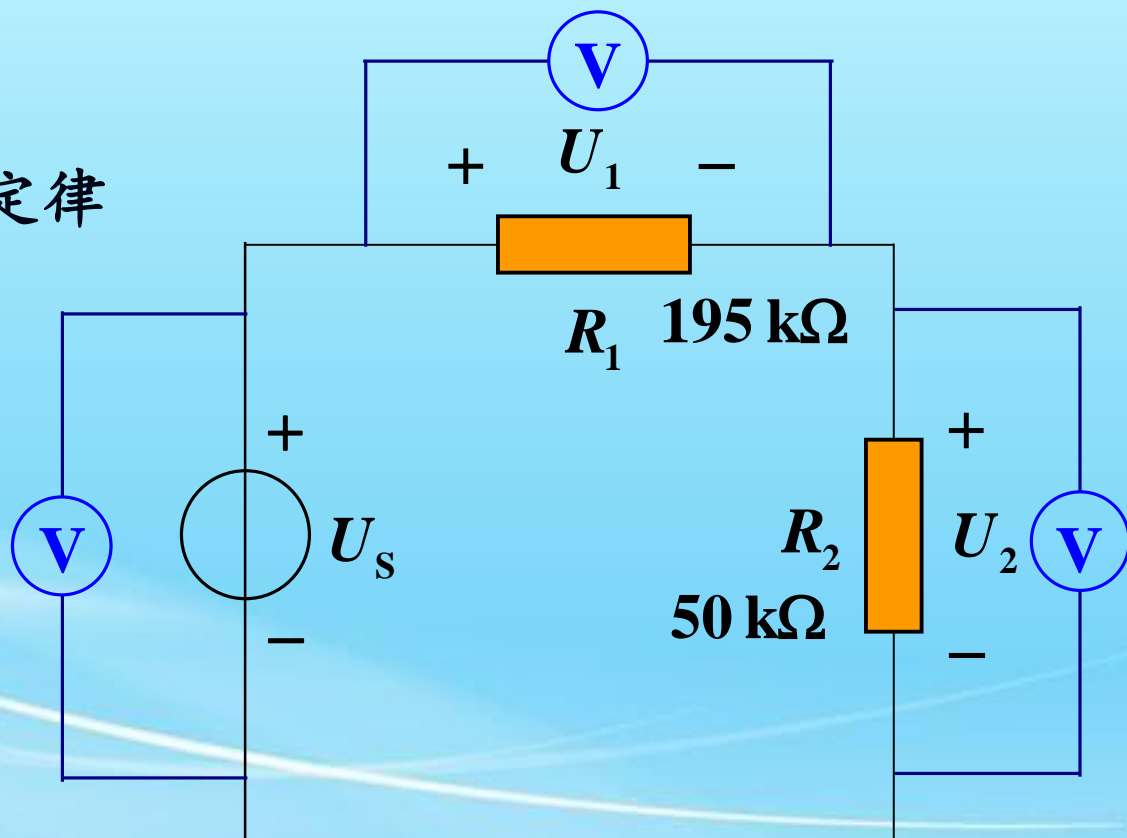
## 实验任务（206）

### 3. 用数字万用表和数字直流电压分别测量直流电压；

#### ➤ 验证KVL

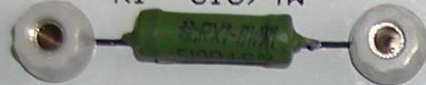
基尔霍夫电压定律

$$U_S = U_1 + U_2$$

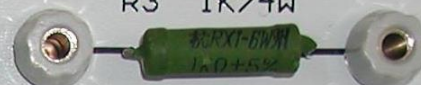




R1 510/4W



R3 1K/4W



V1 1.5A/100V



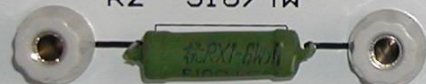
V2 5V/1W



R5 510/4W



R2 510/4W



R4 330/4W



切勿带电测电阻

KN32B



R6 195K/1W



R7 195K/1W



R8 50K/1W



R9 50K/1W



R10 20/1W



R11 20/1W



DG07 多功能实验网络

# 实验任务

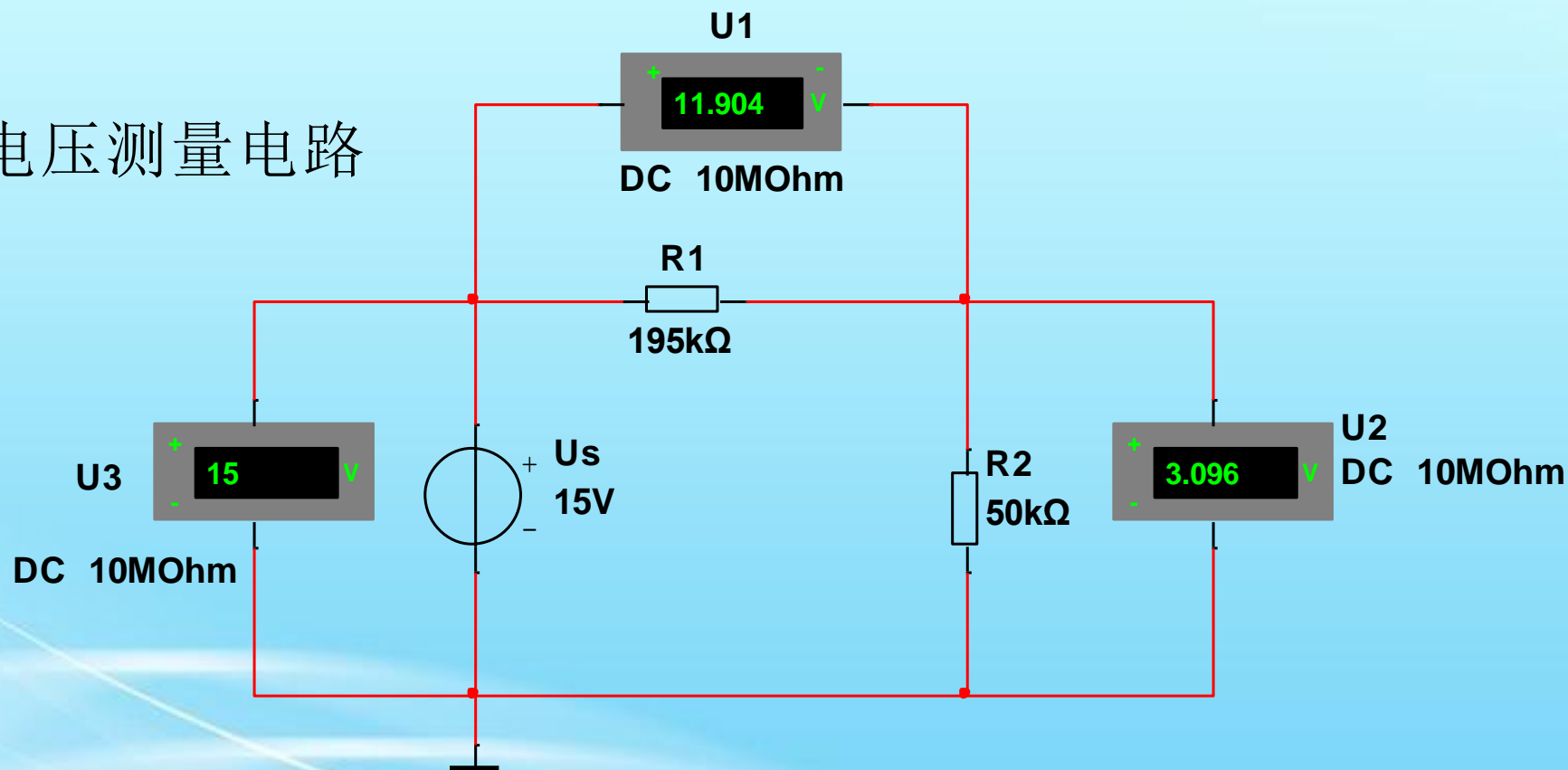
## 3. 用数字万用表和数字直流电压分别测量直流电压；

### ➤ 验证KVL

表7-1-6 测量直流电压 ( $U_S \approx 15\text{ V}$ )

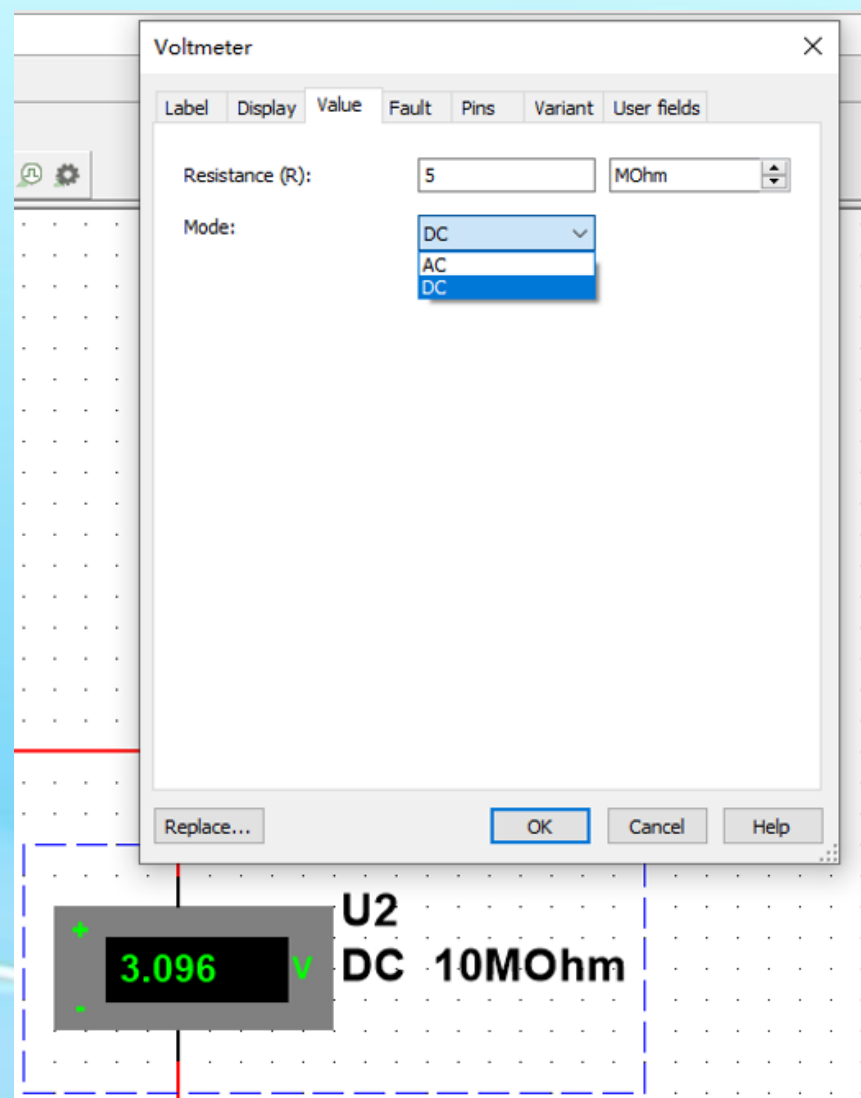
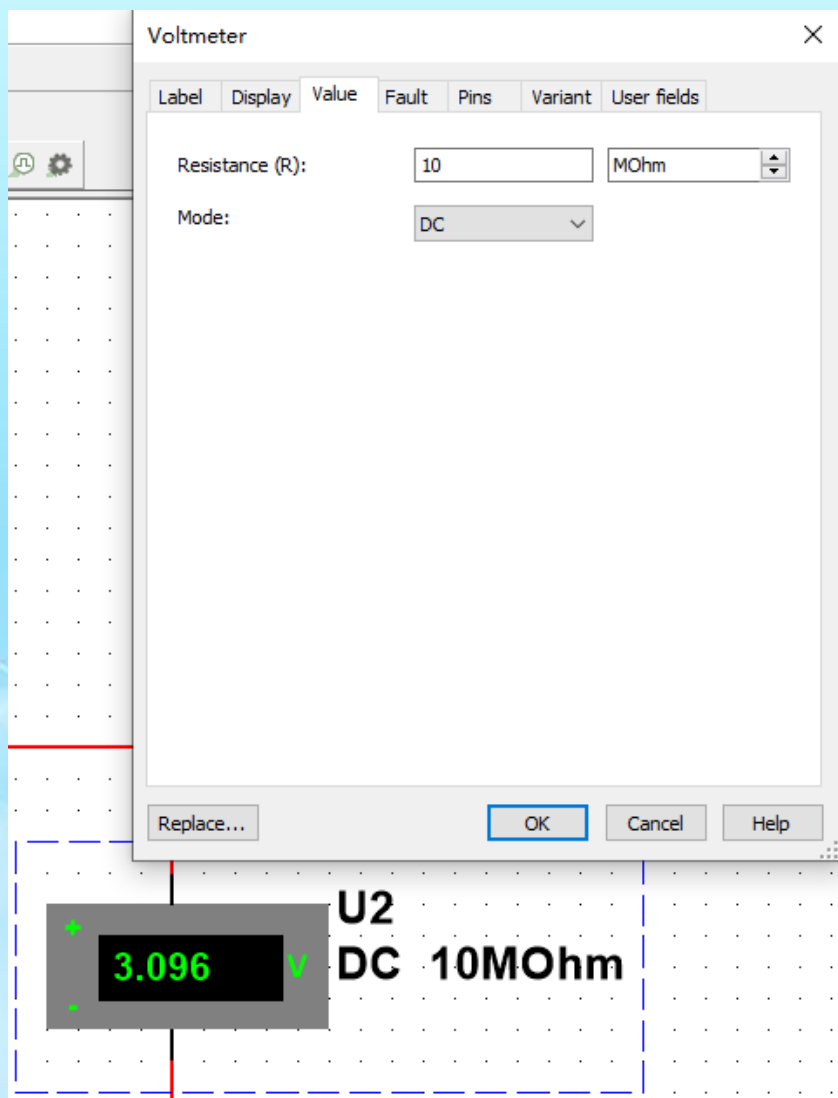
	$U_S/\text{V}$	$U_1/\text{V}$	$U_2/\text{V}$
用数字万用表测量	切记记录量程，以便后续数据分析		
用数字直流电压表测量			

# 电压测量电路





# 万用表阻值大小设置和交/直流模式的改变方法



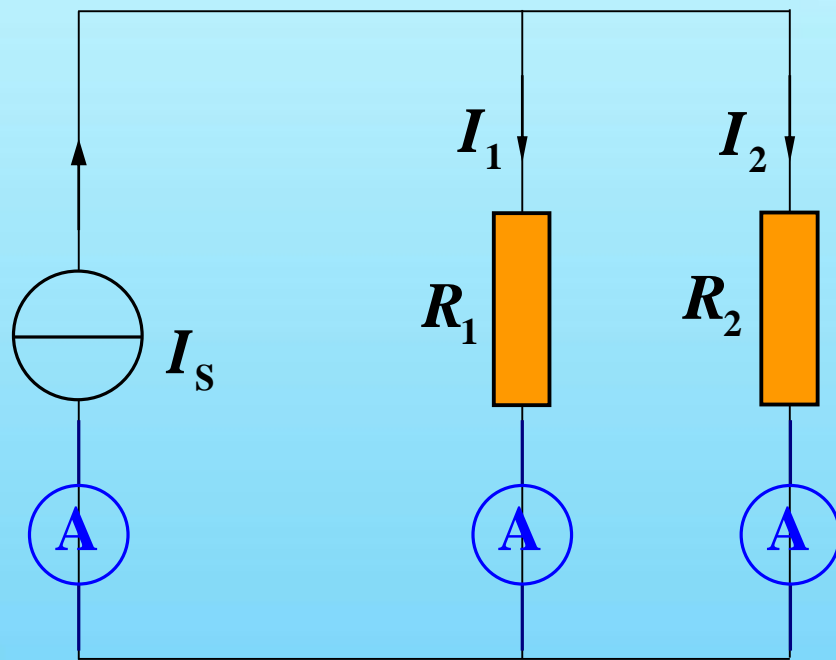
# 实验任务

## 4. 用直流电流表分别测量直流电流。

### ► 验证KCL

基尔霍夫电流定律

$$I_S = I_1 + I_2$$



# 十进制电阻箱



$$R_1 = R_2 = 10 \Omega$$

$$R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

# 实验任务

## 4.1 用直流电流表测量直流电流。

### ► 验证KCL

表7-1-7(a) 用直流电流表测量直流电流 ( $I_S \approx 20 \text{ mA}$ )

	$I_S / \text{mA}$	$I_1 / \text{mA}$	$I_2 / \text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 标称值均为 $10 \Omega$	切记记录量程，以便后续数据分析		
$R_1$ 、 $R_2$ 标称值均为 $1 \text{ k}\Omega$			

# 实验任务

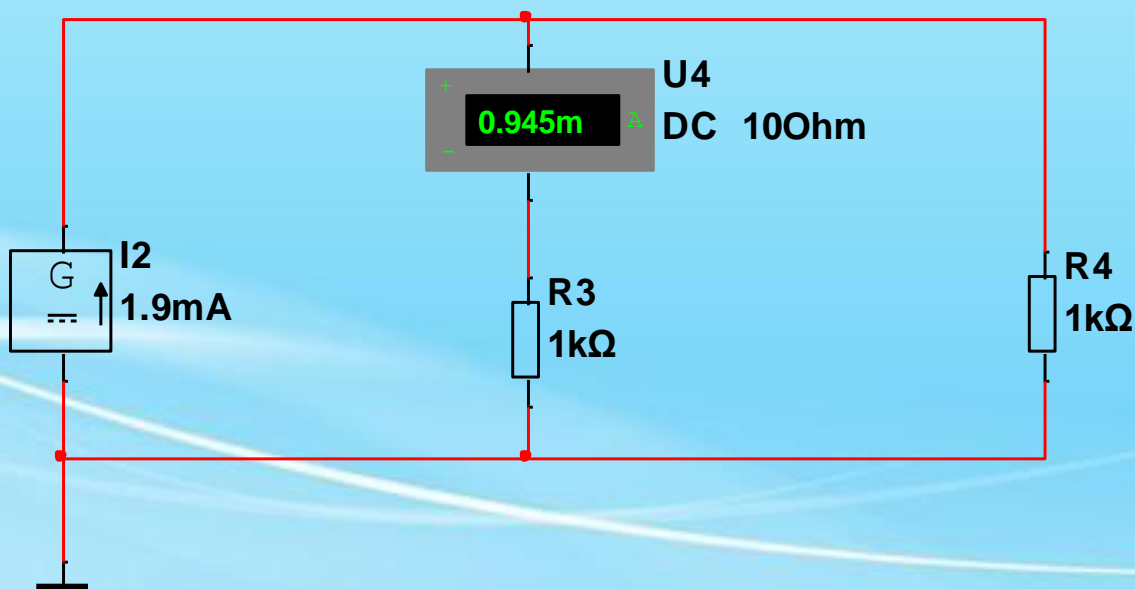
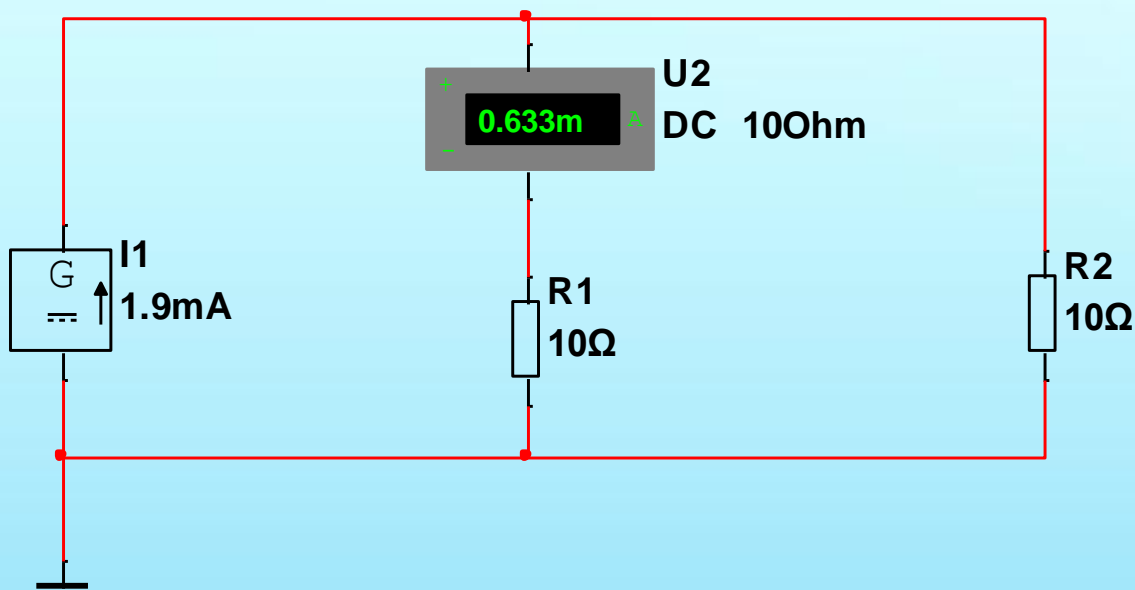
## 4.2 用直流电流表测量直流电流。

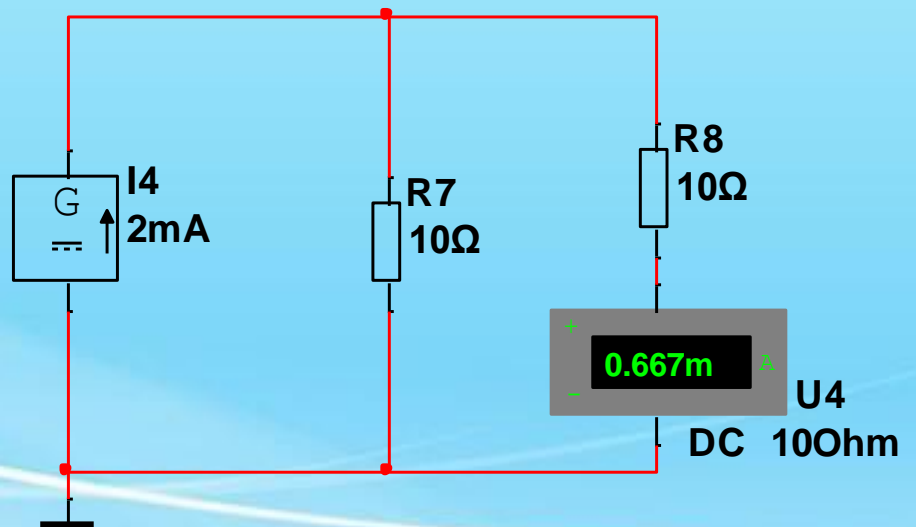
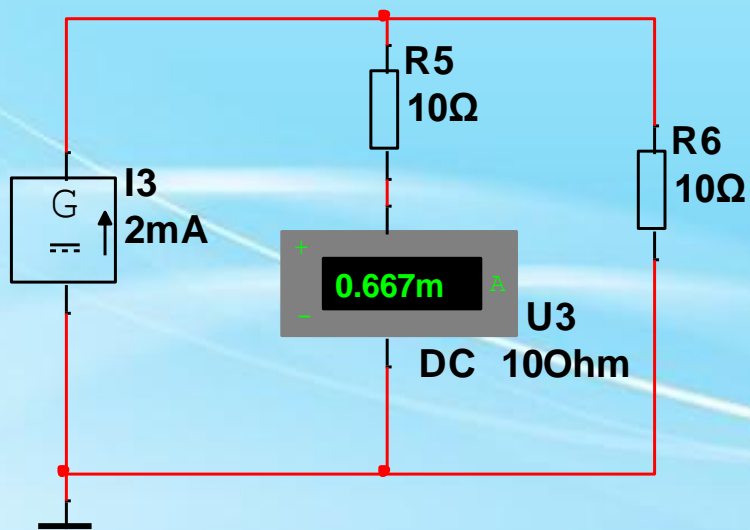
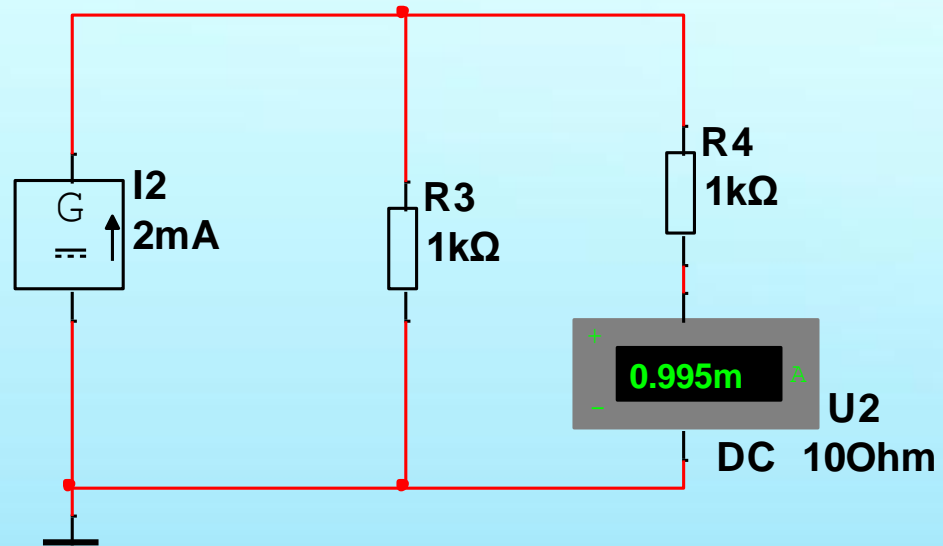
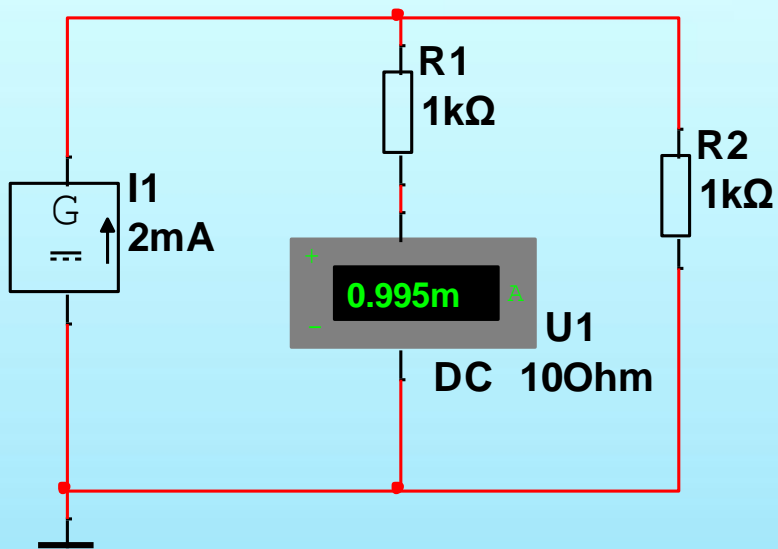
### ► 验证KCL

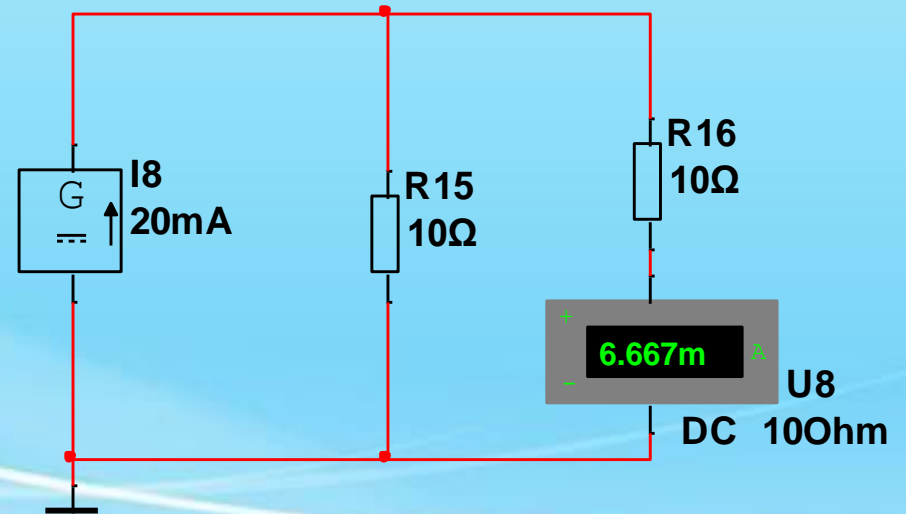
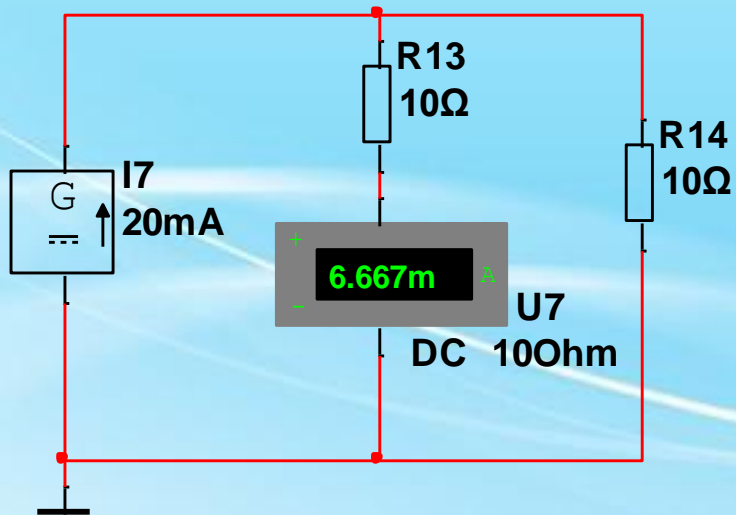
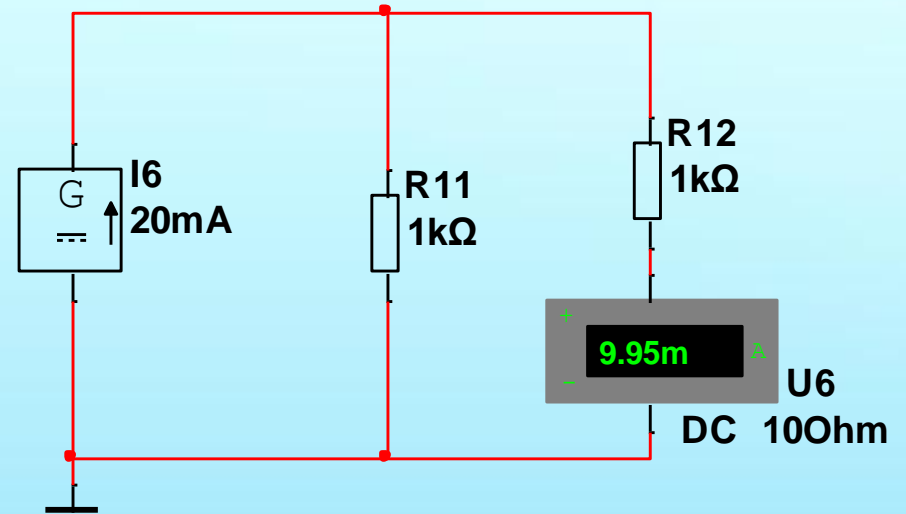
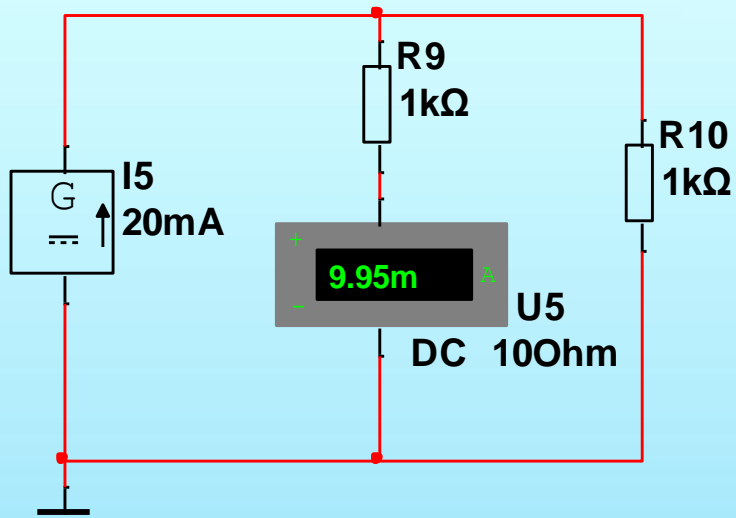
表7-1-7(b) 用直流电流表测量直流电流 ( $I_S \approx 2 \text{ mA}$ )

	$I_S / \text{mA}$	$I_1 / \text{mA}$	$I_2 / \text{mA}$
$R_1$ 、 $R_2$ 标称值均为 $10 \Omega$	切记记录量程，以便后续数据分析		
$R_1$ 、 $R_2$ 标称值均为 $1 \text{ k}\Omega$			

# 电流测量电路

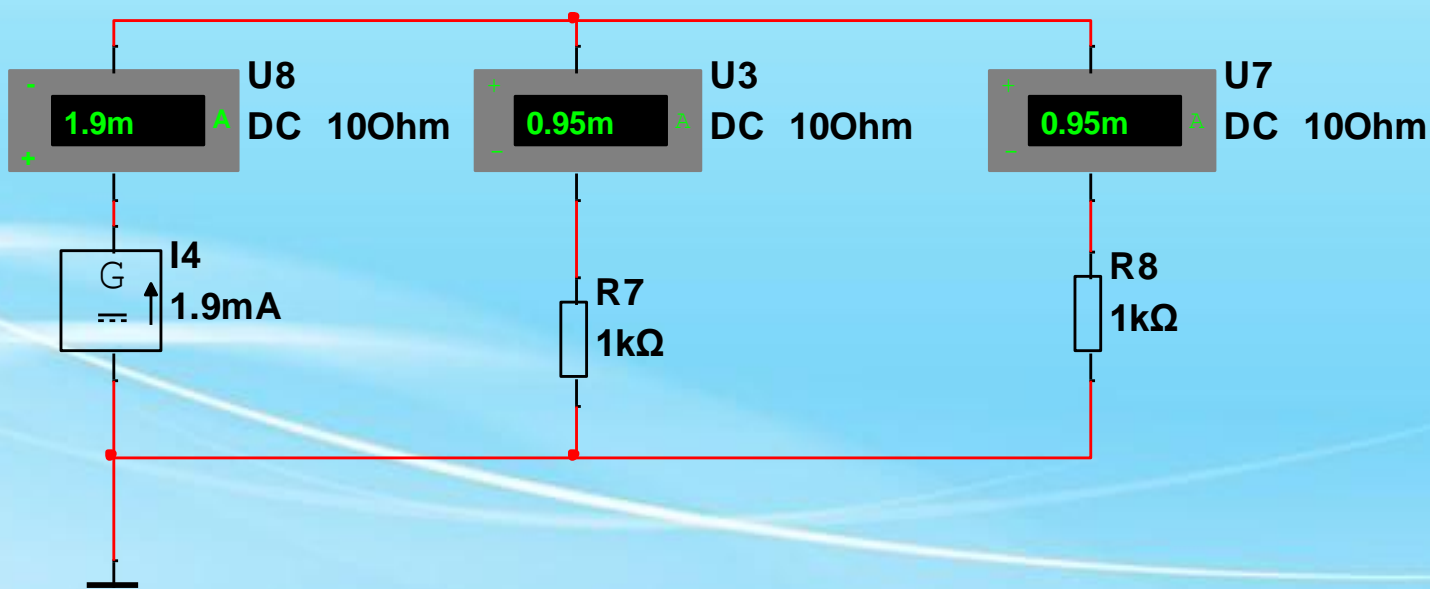
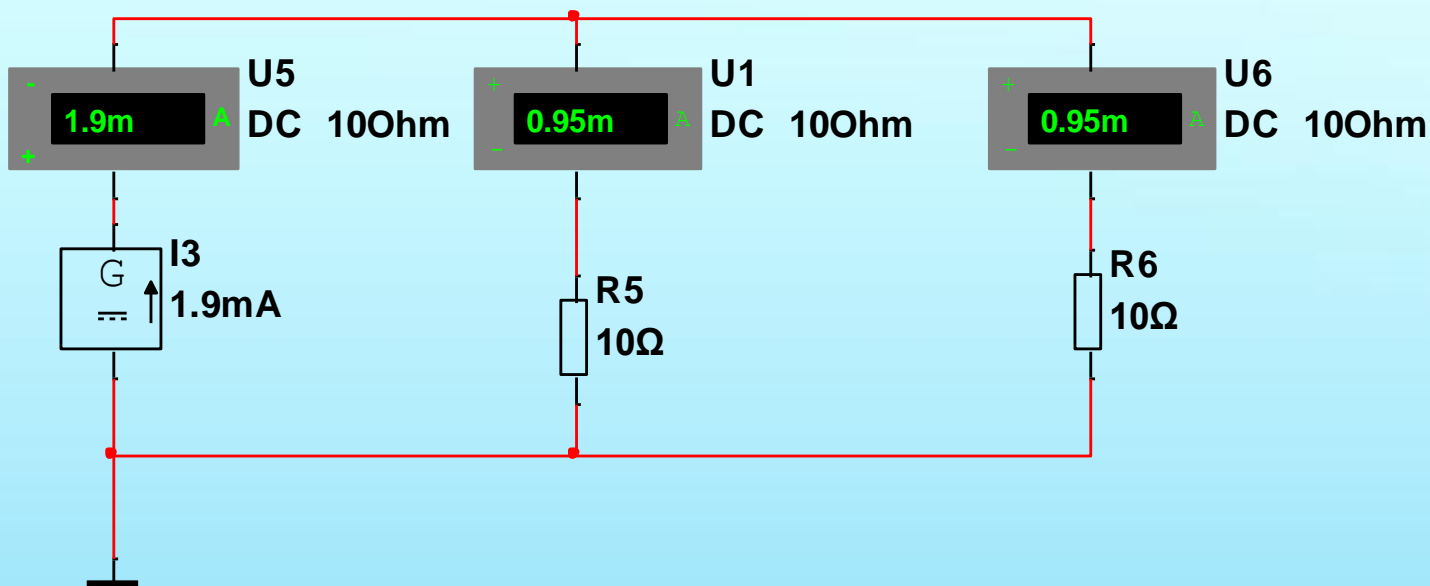








# 电流测量电路思考



## 六、实验注意事项

1. 进入实验室，开始实验之前，需要做哪些准备工作？
  2. 在接线之前，实验台的电源开关、直流电源的输出应调节在什么位置？仪表的量程应该取多少？
- 直流稳压电源开路设置；直流稳流电源短路设置；
  - 仪表应选择合理的量程。若事先无法估计被测量的大小，应将转换开关置于最高档，再逐渐减小到合适位置

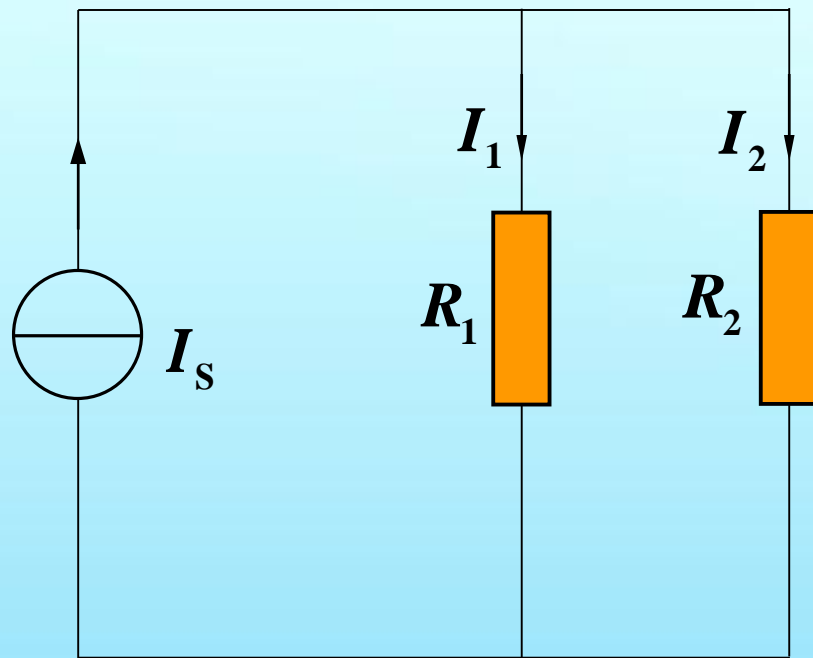
实验完毕，应先关闭稳压（稳流）电源开关，再关闭实验台电源开关，然后再拆线。

## 七、实验报告要求

- 1.将实验数据填入相应的表格。
- 2.计算测量电阻、电压和电流时的仪表误差。
- 3.分析实验结果，讨论各实验误差产生的原因。
- 4.估算测量的不确定度。
- 5.正确表示各测量结果。
- 6.记录实验中遇到的问题，以及是如何解决的。
- 7.回答五、预习思考及注意事项中的6。

## 实验拓展

实验任务4中：



- 能否令  $I_S \approx 20 \text{ mA}$ ,  $R_1 = R_2$  取  $5 \text{ k}\Omega$ ? 为什么?
- 能否令  $I_S \approx 300 \text{ mA}$ ,  $R_1 = R_2$  取  $100 \Omega$ ? 为什么?

## 八、实验预习：

下次实验：课前安装好Multisim仿真软件